什么时候需要更换灌溉系统?

更换灌溉系统从来没有一个最佳时间，但是，如果不更换系统导致运行维护成本变得非常高时，就是更换的时候了。

PATRICK J. GROSS 著

高尔夫球场中有哪个设施花费高昂，大多数球手却通常永远也看不到，但大多数现代高尔夫球场都离不开的？ 就是灌溉系统。 因为高尔夫球场被要求比以往更注重节约水资源和保护水质，水资源的利用效率便发挥着越来越重要的作用。 在美国西部，水资源短缺，用水成本攀升，对灌溉系统效率的重视已经被提高到前所未有的程度。 在美国东部和雨量比较充沛的全国其他地区，有效的灌溉系统也有助于高尔夫设施符合严格的用水规定要求，并有助于更好地改善草坪条件。 就像所有的机械系统一样，在受到相当程度的磨损和撕扯后，喷头、管道、管件、控制器和其他组件都需要更换。 然而，当预算紧张以及更换成本不断上升时，问题就变成"什么时候需要更换一整套灌溉系统？" 在决定更换整套高尔夫球场灌溉系统的主题中，本文将探讨当中的许多问题以及相关内容。

评估当前的灌溉系统状态

系统组件的年龄： 开始时最好先审查各个灌溉系统部件的年龄，包括喷头、管道、阀门、管件、以及控制器。 在一般情况下，如果灌溉系统年龄超过 25 年，它们更容易发生更频繁的故障，当旧部件被淘汰后，寻找替换部件可能会更加困难。

阀门出现故障，管道频繁地破裂，这就表示灌溉系统磨损严重，需要更换了。

但是，仅仅因为灌溉系统部件年限较老绝不意味着它们已经不能被使用；在预测灌溉系统整体疲劳和磨损时，年龄只是一个相对简单的方法。 美国高尔夫球场建筑师协会发布了关于各个部件预期寿命的指导准则（图 1），可供我们参考使用。 该准则是对每个部件在正常使用情况下的预期寿命的常规预测。季节性的高尔夫球场，其灌溉系统在一年中仅使用几个月，而在其它地区，一年 12 个月都在运行的灌溉系统会经历更快的磨损状况。

图 1
灌溉系统
各组件的
预计使用周期

部件	年限
灌溉系统	10 - 30 年
灌溉控制系统	10 - 15 年
PVC 管（承压状态下）	10-30 年
泵站系统	15 - 20 年

数据来自高尔夫球场*部件预计使用周期*，美国高尔夫球场建筑师协会刊物。

©2015 年 美国高尔夫协会 版权所有。
请参阅美国高尔夫球协会果岭部出版物的转载条例。
订阅美国高尔夫球协会*果岭部文献*。

Green Section Record Vol. 53 (5) March 6, 2015

TGIF Record Number 255147

因为知道灌溉系统具备在短时间内大量喷水的能力，管理者可以根据降雨预报暂停浇灌，即使第二天未能如期下雨，他们仍然能够及时浇水。

在气候较为寒冷区域的高尔夫球场，虽然灌溉系统在一年中仅使用六到八个月，但是冷冻/解冻的反复循环以及过冬准备的过程都会削弱管材和固件，从而缩短这些部件的预期寿命。

灌溉系统的可靠性以及故障频率及修理：灌溉系统的可靠性是至关重要的，因为故障的发生往往在最需要灌溉的时候，以及灌溉系统将承受最大负荷之时。 许多球场管理者都经历过在夏季担当"通宵保姆”的职责，监测容易发生故障的旧灌溉系统。 可靠和有效的灌溉系统是产生高品质草坪状态的重要一环。 考虑以下情形：一名草坪管理总监刚刚完成了施肥程序，并计划立即实施浇灌溶解，这时才发现灌溉系统存在故障，他没有任何选择，只能眼睁睁的看着草皮被化肥大面积烧伤。 尽管有着最好的意识和预防性维护，老旧灌溉系统仍出现类似的情况，经常困扰着高尔夫球场的管理者。 频繁的管道开裂以及系统组件的故障，表示灌溉系统的零件磨损，并可能需要更换。 对维修记录的审查将为我们提供有用的相关信息，如每年的维修次数，经历的停机时间，-以及与灌溉系统相关的维修年费。 频繁的故障也可能是由于不正确的安装，劣质产品，或磨损部件所导致。 作为参考，如果管道泄漏每周不止一次地发生，并且干线管道破裂频率每月大于两次，很可能是管道系统和配件需要更换的时候了。

对于球场位置与设计，灌溉系统的适合性：评估灌溉系统设计是否适合于**高尔夫球场**的气候和位置，这是很重要的。 我国的部分地区

©2015 年 美国高尔夫协会 版权所有。 请参阅美国高尔夫球协会果岭部出版物的转载条例。 订阅美国高尔夫球协会果岭部文献。

降雨极为有限，在全年的大部分时间，草坪的生长几乎完全依赖于灌溉系统，而在频繁降水地区的球场，其灌溉系统的作用只是作为天然降雨的补充。 这是非常直观的，但即使在高降水区的高尔夫球场，也会获益于其高效率，大容量的灌溉系统。 在下面的情况中，您会怎么办？ 预报称有 50% 降雨的可能；然而，高尔夫球场需要一个完整的浇灌周期，否则草皮第二天便会遭受显著干旱压力。 球场管理者此时应该冒一下险，先浇水再说，即使真的下雨了，球场将会过分潮湿；还是应该暂时放弃晚间的浇水计划，并希望即使不下雨，灌溉系统也能够在第二天球赛开打之前完成草坪浇灌任务？ 这一问题的答案完全取决于灌溉系统是否具备在短时间内喷洒大量水源的能力。 这种情况下，只有低容量灌溉系统的球场会被迫做出立即浇灌的决定，因为如果没有下雨，草皮所需的水量可能要通过数天的浇灌才能完成，而在此期间，草皮将遭受显著干旱压力并导致质量下降。 相反的，拥有设计良好的高容量灌溉系统的球场可以暂停浇灌，因为他们知道，整个灌溉周期可以在很短时间内完成，不会中断，也不会过度浇灌。

另外，高尔夫球场的结构设计必须考虑相对应的灌溉系统设计。 高尔夫球场的设计是格局简朴，其长草区为无需灌溉的原生草？还是设计成每条球道从边到边都得非常精心修剪的精细风格？ 是否有土丘、沙坑，或者其他需要专门灌溉的结构？ 改造项目或建筑改进是否已经在进行，却没有对灌溉系统的需求做必要调整？ 比较好的例子包括：增加新的发球台，移除界外区域的草皮，或实施本地草种的种植，这些草种

这样一来，灌溉均匀度的问题，很容易根据草坪潮湿点和干旱点的数量以及大小被发现。 但是，问题产生的确切原因是什么呢？ 对灌溉系统的全面审计将有助于确定哪些组件是导致问题产生的原因，以及需要修复的情况。

©2015 年 美国高尔夫协会 版权所有。 请参阅美国高尔夫球协会果岭部出版物的转载条例。 订阅美国高尔夫球协会*果岭部文献*。

与毗邻的球道和长草区相比有显著不同的灌溉需水量。 有能力将高尔夫球场各部分实行隔离，并根据不同需求水量进行灌溉，这对整个球场的草皮质量，以及水分利用效率有着直接的影响。 如果对球场的建筑结构已经做出了显著修改或正在考虑修整，对灌溉系统的改造或者彻底更换也应被列入计划。

灌溉系统效率和灌溉系统的均匀性

以下一些因素会影响灌溉系统的效率和喷水分布的均匀性：

- 根据制造厂商建议和性能数据所设置的均匀喷淋头间隔
- 喷头和洒水喷嘴性能
- 控制单个喷头的能力
- 能够提供充足水量和持续运行压力的泵站
- 管道系统以及水泵的合理水力设计
- 系统维护 - 喷头水平且处于适当等级，压力调节阀设定正确

根据潮湿和干燥区域的大小以及数量，通常不难发现浇灌均匀度的问题。 聘请一名高尔夫球场灌溉系统设计工程师做系统分析，可以很好地确定之前哪些因素导致问题产生，以及在何种程度会需要更多的专业知识。 系统分析应该包括水力系统和管道尺寸的评估，水泵和控制系统状况，在整个场地检查不同地点的压力，在高峰需求期间完成喷水所需要的时间，以及在球场各部分采用量杯水量（catch can test）测试法检查喷水的分布均匀性（DU）。 大家都知道，自然降雨是不完全均匀的，根据 Irrigation Association☒ （灌溉协会☒）的评级标准，在高尔夫球场的灌溉系统分布均匀性评估时，最常使用以下 3 个等级：

80% = 优秀/ 达到要求
70% = 良好/达到预期
55% = 较差

这些数据是用来确定灌溉系统是否需要改进的极佳基准。 一旦完成，该分析结果将提供灌溉系统状态的客观信息，需要更换哪些组件，并帮助制定改进计划。 灌溉系统的分析可以找出在设计或安装过程可能发生的偷工减料问题，以及其它要求系统大修的严重问题，或

灌溉系统综合分析的一个环节，是在球场的各个部分做一次量杯水量测试（catch can test）。 一旦完成测试，其分析结果将提供灌溉系统状态的客观信息，为今后的改进或替换计划服务。 （照片由 Jim Moore 提供。）

©2015 年 美国高尔夫协会 版权所有。 请参阅美国高尔夫球协会果岭部出版物的转载条例。 订阅美国高尔夫球协会果岭部文献。

者彻底更换灌溉系统。 通过灌溉系统分析所获得的信息，管理层就能够制定可行的运营及财务计划，用以改进或更换灌溉系统。

对现有灌溉系统的管理和维护进行成本评估

当灌溉系统损坏时，大多数高尔夫球场的唯一的选择是：只有尽快修补漏洞。 但有到底有多少钱流失在系统修补上呢，特别是当管道频繁发生破裂的时候？ 非常重要的是，球场总监们时刻跟踪劳动力和维修的支出，

- 维修过程中的劳动力和原材料成本
- 为弥补灌溉系统缺陷而使用手工浇水的时间和劳动力投入

诚然，当水是免费而劳动力又很便宜的时候，很难可以看出投入两百万美元在新灌溉系统上的效果。不过，将维护旧系统随着时间而产生的总花费进行跟踪记录时，可以给我们一个清晰的视野，看到灌溉系统是怎样管理的，以及钱花在哪里了。 一旦发生水价急剧增加的情况，我们便可以明确做出判断，到底是需要进行升级，

频繁的管道破裂不仅使水流失；修理联接器和安装所需的人力物力也造成钱财的流失。 球场总监们应当跟进这些修理费用和其他花费，使管理灌溉系统的总成本一目了然。

以便对维护和管理灌溉系统所消耗的资源量有个全面的了解。 维护记录应包括：

- 水资源成本
- 水泵电力成本
- 球场总监和维护人员花费在管理和调整灌溉系统上的时间总量

还是更换灌溉系统。 在水源成本较低的情况下对灌溉系统进行升级或更换，其主要理由可能是整体提高草皮质量和浇灌的一致性。

灌溉系统技术

近年来灌溉系统技术的迅速进步极大地加强了管理者的能力，得以更精确地管理水资源。 在 40 年前所安装的最先进灌溉系统，已经至少被更新了五代，被更有效的灌溉系统组件和控件系统所替代。 示例包括：

- 带阀门的喷头，使每个喷头可以独立操作，从而达到更精确的灌溉控制
- 在风力较大的条件下，可调节喷嘴的喷头表现出更好的功能
- 变频驱动的水泵系统在泵水时更有效，能源消耗更少
- 现场气象站链接到中央控制计算机，提供站点特定的气象数据，以及草坪用水量资料
- 有线和无线的土壤湿度传感装置
- 系统的集成功能使中央控制器、泵送系统、土壤湿度传感器、以及灌溉系统其他部件之间的通讯得以稳固。

随着灌溉科技进步而增加的信息及反馈内容，使球场总监们得以在降低灌溉系统整体成本的同时，做出更明智和准确的水资源管理决策。 即使位于高降水区的高尔夫球场，也得益于灌溉技术进步所带来的精细浇灌能力，草坪质量得到整体改善，打球条件得到提高。

水资源的未来成本和可用性 在我国的一些地区，水资源成本逐步攀升，同时水的供应量受到限制。 没有比加利福尼亚州更明显的例子了，一些水厂分区的水价已经提高了 50%，并严格制定用水预算。 在这种情况下，低效率并经常发生故障的灌溉系统，不仅浪费水，还浪费钱，最终可能导致高尔夫球场关门。在这种情况下，升级或更换灌

©2015 年 美国高尔夫协会 版权所有。 请参阅美国高尔夫球协会果岭部出版物的转载条例。 订阅美国高尔夫球协会果岭部文献。

许多高尔夫球场将尝试继续维持老灌溉系统，同时投入一些员工进行手工浇水。 虽然这是一种有效的短期策略，但到了一定时候，在可能的灾难性故障发生之前，灌溉系统基础设施必须进行升级。

溉系统显然就很顺理成章了。 在水源丰富而廉价的地区，找到执行灌溉系统改进的理由可能会更加困难，不过情况可能并不总是这样的。 意想不到的储水量变化或切换到不同的水源时，可能会影响高尔夫球场在未来的预算和运作。 与当地负责供水的机构沟通，制定一份未来水源供应以及价格变化的长期走势图，了解未来的变化对您的高尔夫球场可能产生的影响，这极为重要。 虽然有些地区可能不会在目前遇到水资源危机，但是为接下来的 10、15、或 20 年做好计划毕竟是一个审慎的想法。

什么是新灌溉系统的投资回报率?

如果一个高尔夫球场要在新的灌溉系统上花费 100-200 万美元，经常被问到的问题有："投资回报率有多少？"或，"项目建设所花费的劳动力、水资源和能耗成本，要到何时才能收回？" 这个计算很困难，因为每个高尔夫球场的总面积 、 结构水源 、 期望值以及许多其它变量等情况都是不相同的。 事实上，灌溉系统是高尔夫球场基础设施的重要组成部分，类似于一所房子的屋顶。 它不是一个可选配件。 在某些情况下，一些球场的记录显示，在水资源成本较高的地区，新灌溉系统能够节约巨大的成本，比以前的灌溉系统节约 20%或更多。 在几乎所有情况下，新的灌溉系统展现出更好的浇灌效率和灵活性，降低了人工和维修成本，并最终转化为草坪质量以及比赛条件的提高。

做出更换灌溉系统的决定

就像许多与高尔夫球场管理相关的其他决策，并非是一个明确的日期 、时段或工作小时数引致灌溉系统的更换。

©2015 年 美国高尔夫协会 版权所有。 请参阅美国高尔夫球协会果岭部出版物的转载条例。 订阅美国高尔夫球协会果岭部文献。

更换整套灌溉系统的决定取决于很多因素。 灌溉设计工程师对高尔夫球场的审核以及灌溉系统的分析，将为灌溉系统的现状提供客观的数据。 高尔夫球协会*果岭部文献*的一篇文章《Does Your Irrigation System Make the Grade? ?》中，推荐了另一个很好的做法，就是以报告卡形式做一份灌溉系统的评价。 下一步则是制定计划，为您的球场实现所期望的目标。 下面的例子为改善灌溉系统的可能方案提出了见解：

对水泵及控制系统进行升级：泵站是灌溉系统的心脏。 低效的水泵不仅对浇灌覆盖面有不利影响，还会因为消耗过多的电能而浪费很多资金。 假设管道系统处于良好状态，并且管道尺寸合理，升级灌溉水泵以及对变频驱动系统的控制，可以提高水泵的效率，并有助于节省电费开支。 有些情况下，节约的成本可以是相当大的。

更换喷头、卫星控制器和中央控制器：如果管道系统液压正常处于良好条件，也许您需要做的就是升级喷头和控制器。 喷头是所有灌溉系统组件里最容易磨损的，也是最需要频繁更换的部件。 有些高尔夫场地决定采用分阶段更换喷头的做法，将财务负担分散至两个或两个以上的季节。 需要注意的是，更换部分洒水喷头的做法使得具有不同的覆盖范围以及水源利用率的旧款和新款喷头被混合，这可能会造成较大范围的不一致性。 虽然可能在经济上难以实现对所有喷头和控制器的一次性更换，但若在合理的时间内完成整个工程，可以使灌溉覆盖面和控制的不一致性减少。更换站内卫星控制仪是个好机会，可以得到最新技术的升级，达到更好的可靠性和效率，并获得附加编程功能。 升级控制器时还得到了增加每个控制面板上站点数量的机会，使每个喷头可以被专线连接并单独操作。

更换管道和控制线系统：管道和配件的故障频率所透露出的信息是：管道系统和配件疲劳，可能需要彻底更换。请记住，电线控制系统通常被放置在灌溉沟渠里，管道频繁破裂的系统也可能表示，电线控制系统也已经老化。 管道和控制线的更换需要大量精力，通常预示着更换整个灌溉系统的时候到了。但是，更换灌溉管道提供了一个机会，

变频驱动泵站和控制系统的使用，都是高尔夫球场技术改进的例子。 如果管道系统设计良好，升级泵送系统可以对灌水均匀度产生重大影响并减少能耗。

©2015 年 美国高尔夫协会 版权所有。 请参阅美国高尔夫球协会果岭部出版物的转载条例。 订阅美国高尔夫球协会*果岭部文献*。

可以提高灌溉系统水力设计，使整个球场可以在较短的时间完成灌溉，并可以修正喷头间距和设置，从而实现更好的灌溉均匀性。

结论

大多数人会同意，更换灌溉系从来没有一个所谓的好时间，对高尔夫企业而言，更换整套灌溉系统是最难得到批准的一个项目。高尔夫球场是非常典型的情况是： 维护人员长年累月地维护老灌溉系统，导致了用于维修系统和手工浇水的大量开支，但球手们却不解的说，" 我不明白为什么需要新灌溉系统。 这场地看起来很好。" 然而，在某个时候，要考虑到不做任何改进可能带来的后果，这很重要。 持续的预防性维护和维修能延长一个灌溉系统的寿命，但机械部件终究会磨损并需要更换。如果年代太久，找到灌溉系统的更换部件可能会变得非常困难。 更糟的是，灌溉系统可能发生灾难性故障，导致数天或数周无法使用浇灌水源。 在维持一个老旧低效的灌溉系统运行时，为了确定资金是否被浪费，灌溉系统维修的详细记录提供了极大的帮助，可能有助于证明更换新灌溉系统的必要性。 独立灌溉设计工程师具有丰富的高尔夫球场系统经验，提供极具价值的服务，他们客观评估灌溉系统，并提供改善方案建议。 更换灌溉系统或升级主要灌溉系统组件时，

尽管管道更换非常耗费精力，但提供了一个理想机会，可以提高系统的水力设计、修改喷头的间距，并采纳新技术以提高灌溉的均匀度。

组件时，灌溉系统得到了改进设计的机会，得以满足当前和未来的需求，同时，利用当前最新技术使水的应用变得更加统一高效。 最终的目标是拥有一个高效、可靠的灌溉系统，供应高尔夫球场在未来多年的需求，同时节省宝贵的资金和水资源。

参考文献

Farrier, Dan. 1992. Planning for irrigation improvements. *USGA Green Section Record.* September/ October. 30(5):p.11-14. TGIF#25061

Huck, Mike. 2000. Does your irrigation system make the grade?: A guide to help evaluate factors influencing irrigation system performance. *USGA Green Section Record.* September/ October. 38(5): p. 1-5. TGIF#68194

Golf Irrigation Auditor. 2007. p. 56. Falls Church, VA. Irrigation Association☒.

McPherson, David. 2011. Water your course: Treat an irrigation system upgrade as infrastructure to grow your course for the future. *Golf Course Industry.* February. 22[23] (11 [2]): p. 34-36, 38. TGIF#179639.

Vinchesi, Brian. 2012. Irrigation 2012. *Golf Course Industry.* February. 24(2): p.44. TGIF#210778

Walsh, Ed. 1985. Selling an irrigation system. *USGA Green Section Record.* July/August. 23(4): p. 7-9. TGIF#394

Whitlark, Brian. 2012. Strategies to reduce water use: Case studies from the Southwestern United States. p.41-44. In: Harivandi, Ali; Brown, Paul; Kenna, Mike, eds. *Proceedings from Golf's Use of Water: Solutions for a More Sustainable Game. s.1.* USGA Turfgrass and Environmental Research Online. TGIF#216350.

致谢

笔者要感谢 Bob Bryant，Mike Huck 和 Brain Vinchesi 对本文作出的宝贵贡献。

Pat Gross 先生*是高尔夫球协会果岭部西部地区的区域主管，该地区的灌溉和用水问题是受到首要关注的。*

©2015 年 美国高尔夫协会 版权所有。 请参阅美国高尔夫球协会果岭部出版物的转载条例。 订阅美国高尔夫球协会*果岭部文献*。